

Estudo de aplicação de um resíduo líquido industrial à base de alumínio como reagente coagulante

RODRIGO RIBEIRO SILVA¹
FERNANDO FREITAS CZUBINSKI²
LUCIANO CROCHEMORE³
ERWIN FRANCISCO TOCHTROP JUNIOR⁴
LILIANA AMARAL FÉRIS⁵

RESUMO

O presente projeto tem o objetivo de estudar a viabilidade de utilização de um resíduo proveniente de processo petroquímico como reagente coagulante em processos de tratamento de efluentes líquidos industriais contendo íons dissolvidos. Como metodologia experimental, foram realizados ensaios em Teste de Jarros, com o objetivo de verificar as condições ótimas (concentração, pH, remoção de íons) de aplicação do subproduto (resíduo a base de alumínio e sódio) no processo de coagulação em comparação a reagentes utilizados convencionalmente. Para os ensaios experimentais foram utilizadas amostras de efluentes de um curtume de Estância Velha (Rio Grande do Sul), provenientes das etapas de recurtimento e piquelagem. Foram avaliados o volume de lodo formado e a eficiência na remoção de cromo e alumínio do produto clarificado. A utilização do subproduto mostrou ser eficiente, atingindo índice de remoção superior a 90% de cromo (concentração residual de 0,2 mg/L). Os experimentos realizados indicam que o reaproveitamento

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental/ULBRA – Bolsista PROICT/ULBRA

² Acadêmico do Curso de Engenharia Ambiental/ULBRA – Bolsista PROICTV/ULBRA

³ Químico, Mestre em Engenharia/ULBRA

⁴ Professor do Curso de Engenharia Ambiental e PPG Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais/ ULBRA

⁵ Professor - Orientador do Curso de Engenharia Ambiental e PPG Engenharia: Energia, Ambiente e Materiais/ ULBRA (laferis@ulbra.br)

deste resíduo apresenta potencial tecnológico aplicado ao tratamento de efluentes líquidos industriais, considerando igualmente os aspectos ambientais e econômicos.

Palavras-chave: remoção, coagulação, cromo, subproduto industrial.

ABSTRACT

The aim of this project is to study the viability of application of a solid waste produced by a petrochemical plant as chemical reagent in coagulation process to treat wastewater containing heavy metals. Jar tests were conducted to achieve the optimum conditions (pH, reagent concentration, ion removal) of the coagulation experiments using the by-product (solid waste containing Al and Na). The objective of this study was to compare the by-product efficiency as chemical reagent compared to conventional coagulants. Samples of wastewater from the tannery industry were collected from an industry of Estância Velha (Rio Grande do Sul, Brazil). The efficiency of the coagulation process in the removal of chromium achieved levels of 90%, when the chromium residual concentration in the treated water was 0.2 mg/L. Comparative studies using aluminum sulfate and ferric chloride, reagents conventionally applied in the physiochemical treatment, showed efficiency value for chromium removal around 99%. This result indicates the high potential of application of the experimental reagent as coagulant in the treatment of wastewater containing dissolved trivalent chromium.

Key words: removal, coagulation, chromium, industrial by-product.

INTRODUÇÃO

A proteção do meio ambiente e, em particular, a luta contra a poluição exige uma adaptação e/ou uma transformação das técnicas e processos industriais. A chamada hierarquia do gerenciamento de resíduos (minimização, recuperação, transformação e disposição ambientalmente correta) tem sido adotada pela maioria dos países industrializados como forma de desenvolvimento de novas estratégias para a gestão de resíduos sólidos (FÉRIS et al., 2004).

O destino dos resíduos gerados na indústria e nos municípios consiste em preocupação crescente para os diferentes setores da sociedade, em função dos problemas relativos à saúde pú-

blica e qualidade ambiental causados pela má disposição dos mesmos. A minimização da geração de resíduos consiste em desafio contínuo (SUTANTO & BAI, 2002). Em virtude de não haver uma limitação explícita sobre a quantidade de resíduos que pode ser gerada nas diversas atividades econômicas, monitorar o processo de gerenciamento torna-se muito difícil. Enquanto resíduos industriais podem ser mais facilmente controlados, em termos de modificação de processos e implementação de técnicas de tratamento e recuperação, a minimização da geração de resíduos domiciliares consiste em tarefa de maior complexidade, pois a taxa de resíduos produzida varia significativamente com fatores culturais, sociais e econômicos de cada localidade (FÉRIS et al., 2004).

Torna-se importante considerar que o conceito de prevenção da poluição não diz respeito somente ao tratamento de um resíduo gerado industrialmente, mas sim à vida inteira de um produto, desde a extração da matéria-prima até o produto final. Isso pode significar utilizar materiais menos tóxicos ou menos escassos na Terra, na procura de processos mais eficientes ou que demandem menos energia, elaborando produtos com viabilidade para reciclagem (ALLEN & ROSSELOT, 2000).

Normalmente pensa-se em resíduo como um produto sólido resultante de um processo industrial. Entretanto o conceito de resíduo é muito mais abrangente, incluindo perda de desperdício de energia, consumo de água excessivo ou o próprio uso do produto (ALLEN & ROSSELOT, 2000). Na verdade também, o resíduo pode se transformar em um subproduto, quando ela apresentar condições para ser utilizado como matéria-prima em outro processo (FERIS, 1998).

Nesse contexto, utilizar técnicas de produção mais Limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Esta abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para elas, mas para toda a região que abrangem (CNTL, 2005).

Dentro desta perspectiva, o presente estudo objetivou tratar um efluente originário do banho de curtimento ao cromo sem mistura prévia ou equalização de uma indústria do Rio Grande do Sul, utilizando um subproduto como

reagente coagulante. O coagulante alternativo consiste em solução aquosa, ácida contendo cloreto de alumínio a 7% v/v, o qual consiste em produto de significativo potencial para o tratamento de águas residuárias.

O objetivo geral desta pesquisa consistiu em avaliar a viabilidade de aplicação de um subproduto de uma planta petroquímica a base de alumínio, como coagulante não convencional para o tratamento de efluentes líquidos industriais contendo cromo trivalente.

Os objetivos específicos foram estudar de forma comparativa a eficiência de coagulação obtida com o uso do subproduto industrial em relação ao sulfato de alumínio, reagente utilizado convencionalmente e a verificação da eficiência de remoção de cromo trivalente no efluente estudado.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de efluente: Foram coletadas amostras significativas de efluentes de curtimento gerados em um curtume da região sul do Brasil. Os resíduos líquidos são provenientes dos fulões de curtimento ao cromo e foram dispostos em galões de 20 litros para a etapa de análise no Laboratório de Resíduos da ULBRA – Canoas.

Vidraria: copo béquer, provetas graduadas, pipetas graduadas, pipetas volumétricas, cone imhoff, bastão de vidro, balão volumétrico.

Reagentes: As soluções dos reagentes coagulantes empregados foram preparadas na concentração a 1000 mg/L em sulfato de Alumínio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ e cloreto férrico $FeCl_3$. O coagulante W7 foi diluído a 1000 mg/L em $AlCl_3$. O ácido nítrico p.a. (Merck) foi

utilizado para acidificar as amostras de clarificado obtido, para ser enviadas a análise de espectrometria de absorção atômica. Já O hidróxido de sódio NaOH, utilizado como alcalinizante, apresentou, pureza analítica (reagentes Merck).

MÉTODOS

Ensaio de Coagulação em teste de jarros: Estes ensaios foram realizados em teste de jarros (Digimed) utilizando frascos de 800 mL, 4 bateladas de amostras por coagulante com 200

mL de efluente de curtimento ao cromo, (vide Figura 2). As amostras foram colocadas nos frascos e a agitação foi ajustada para perfeita homogeneização a 50 rotações por minuto. O pH das amostras foi ajustado em 8,0 com hidróxido de sódio, com tempo de residência de cinco minutos. Para a coagulação, foram adicionadas as dosagens estabelecidas dos coagulantes para cada ensaio e a agitação passou a 200 rotações por minuto. Após a rápida agitação a mesma foi reduzida a 50 rotações por minuto, por 10 minutos para a formação dos coágulos.

Posteriormente ao ensaio em teste de jarros onde ocorreu, as amostras foram submetidas ao ensaio

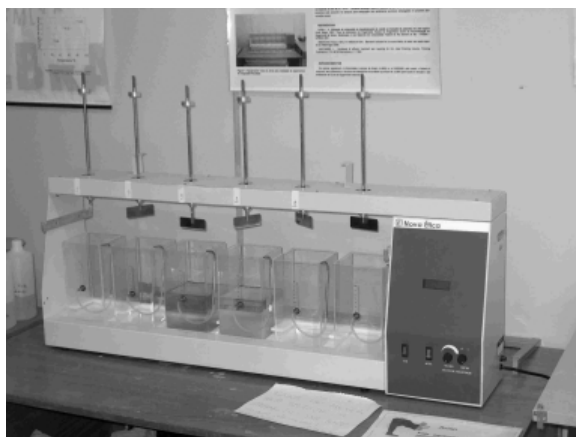


Figura 2 - Equipamento teste de jarros (jar test). Fonte: Laboratório de Resíduos ULBRA-CANOAS

de sedimentação em proveta (vide figura 3), com o objetivo de avaliar os volumes de clarificado e de lodo formados, em função da dosagem aplicada

do coagulante. O líquido clarificado foi submetido à análise de espectroscopia de absorção atômica para determinar o teor de cromo residual.

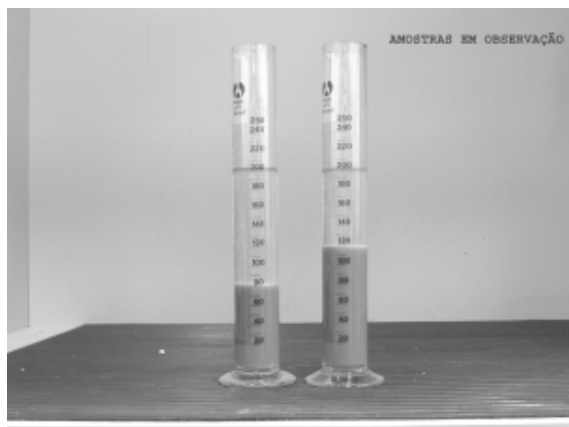


Figura 3 - Ensaio de sedimentação em provetas.

RESULTADOS

As principais características do efluente de

curtimento contendo sais de cromo e suas propriedades físicas encontram-se relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização média do efluente de curtimento ao cromo.

Características da amostra	Valor determinado
pH	3,6
Temperatura °C	20
Densidade (g/mL)	1,025
Sólidos totais (g/L)	81,11
Sólidos decantáveis (mL/L)	90
DBO ₅ (mg/L)	190
DQO (mg/L)	792
Teor de Cromo (mg/L)	2918
Turbidez (NTU)	1,28

A Tabela 1 apresenta a variação da concentração residual de cromo trivalente no efluente tratado em relação à concentração de subproduto utilizado como reagente coagulante no processo. É possível observar os altos índices de remoção do íon metálico e eficiência do processo superior a 90%. A figura mostra que foram aplicadas concentrações bastante elevadas de reagente alternativo coagulante. Tal fato é decorrente da utilização do reagente não diluído.

O presente estudo objetivou avaliar o comportamento do subproduto na concentração em que é produzido, para viabilizar o seu emprego direto como matéria-prima em processos de tratamento de efluentes.

A Figura 2 apresenta a concentração residual de Al quando aplicado sulfato de alumínio nos experimentos de coagulação. A Figura 3 apresenta a concentração de Al quando o subproduto

foi aplicado. Observa-se que as concentrações residuais de alumínio ao aplicar o sulfato de alumínio são superiores às concentrações de Al residuais quando foi utilizado o subproduto. Esses resultados apresentam vantagens para o coagulante alternativo, visto que o mesmo, apesar de ser aplicado em concentrações superiores ao reagente convencional, possibilita índices residuais de Al inferiores. Ainda, é possível aplicar concentrações do subproduto inferiores a 1500 mg/

L com a provável obtenção de índices semelhantes de remoção de cromo trivalente. Quanto ao volume gerado de lodo, foi observado que o sólido formado na coagulação utilizando-se o subproduto foi superior ao volume de sólido encontrado ao aplicar sulfato de alumínio. A diferença decorre provavelmente da concentração de alumínio no reagente alternativo, que é muito superior à concentração de sulfato de alumínio empregada.

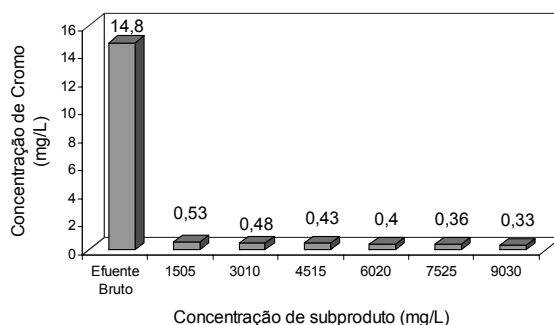


Figura 4 - Efeito da concentração de subproduto aplicada como coagulante na concentração residual de cromo trivalente. Condições: pH=8, tempo de separação= 40 min.

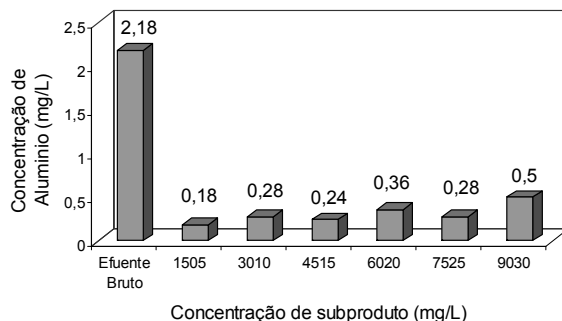


Figura 5 - Concentração residual de alumínio no efluente tratado em relação à concentração de subproduto aplicada. Condições: pH=8, tempo de separação= 40 min.

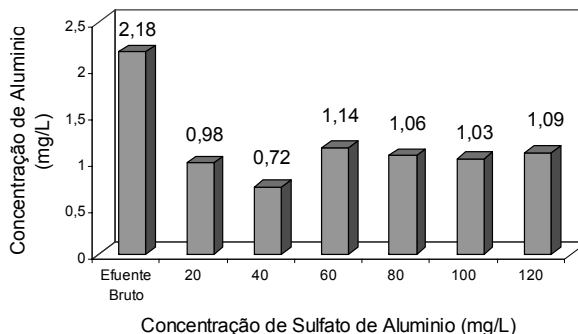


Figura 6 - Concentração residual de alumínio no efluente tratado em relação à concentração de sulfato de alumínio utilizado como coagulante. Condições: pH=8, tempo de separação= 40 min.

CONCLUSÕES

O estudo realizado permite concluir que:

- Os experimentos realizados indicam que o reaproveitamento do subproduto industrial como reagente coagulante apresenta potencial tecnológico aplicado ao tratamento de efluentes líquidos industriais.
- A concentração de subproduto aplicada nos experimentos foi bastante elevada, em virtude da não diluição do reagente bruto.
- Mesmo utilizando-se concentrações elevadas, a concentração residual do íon Al encontrada no efluente tratado com o subproduto é inferior à concentração residual de Al encontrada no efluente tratado com sulfato de alumínio.
- O teor de cromo total encontrado no efluente tratado com o subproduto foi inferior a 0,6 mg/L.
- O volume de lodo formado no produto coagulado com o subproduto foi superior ao produto coagulado com sulfato de alu-

mínio, devido ao alto teor de Al no subproduto convertido a hidróxido.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa que forneceu o subproduto industrial para utilização na pesquisa, à empresa que forneceu as amostras de efluente, à FAPERGS e à Universidade Luterana do Brasil pelo apoio à pesquisa e estrutura oferecida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, D.; ROSSELOT, K. S. *Pollution Prevention for Chemical Processes*. New York: John Wiley and Sohns, Inc., 1997.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and waste water*. 23. ed. Washington, 2000.

BAI, R.; SUTANO, M. *The practice and*

challenges of solid waste management in Singapore. **Waste Management**, v.22, p.557-567, 2002.

BISHOP, P. **Pollution Prevention: fundamentals and practice**. Boston: McGraw-Hill Series, 2000.

FÉRIS, L. A.; TOCHTROP JUNIOR, E. F.; SANTOS, C. R.; CORRÊA, P. Estudo das alterações de características químicas do solo causadas pela aplicação de um subproduto industrial como micronutriente utilizando plantas como bioindicadores. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 2., 2004, Brasília. **Anais...**

Brasília, 2004. [n.p.]. 1 CD ROM.

FÉRIS, L.A. **Utilização de um Rejeito de Carvão na Remoção de Íons Cu, Zn e Ni por Sorção- Flotação (Processo FPS)**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

HARTINGER, L. **Handbook of effluent treatment and recycling for the metal finishing industry**. Finishing Publications LTD, ASTM International, v.1, 1994.

SENAI, CNTL. Disponível em <http://www.rs.senai.br/cntl>. Acesso em: 20 jul. 2004.